

## 第 32 次南極地域観測隊昭和基地越冬 (1991) 報告

藤 井 理 行\*

### Activities of the Wintering Party at Syowa Station by the 32nd Japanese Antarctic Research Expedition in 1991

Yoshiyuki FUJII\*

**Abstract:** The wintering party of the 32nd Japanese Antarctic Research Expedition performed its activities at two wintering sites from 1991 to 1992, consisting of 31 members at Syowa Station (69°00'S, 39°35'E) (leader: Yoshiyuki FUJII) and 8 members at Asuka Station (71°31.5'S, 24°8'E) (leader: Kazuo MAKITA). Wintering activities at Asuka Station will be reported separately.

The main scientific research programs at Syowa Station were as follows; 1) Studies on ocean-atmosphere interaction in the sea ice area as part of the Antarctic Climate Research Program (ACR), 2) Environmental science studies, 3) Polar patrol balloon experiment and 4) Life science studies. Various airborne observations and inland glaciological traverses were carried out.

**要旨:** 第 32 次南極地域観測隊越冬隊は、昭和基地越冬 31 名、あすか観測拠点越冬 8 名、合計 39 名により構成された。あすか観測拠点の越冬については別に報告されるが、越冬の後 1991 年 12 月に一時閉鎖し、5 年間続いた越冬観測にピリオドを打った。

昭和基地の運営は、1991 年 2 月 1 日から開始し 1992 年 1 月 31 日に終了した。この間、昭和基地およびみずほ基地の施設の維持を行うとともに、定常観測を継承し、さらに宙空系、気水圏系、生物・医学系による研究観測を実施した。研究観測としては、気水圏系の「南極域における気候変動に関する総合研究（5 年計画 5 年次）」と宙空系の「ポーラーパトロール気球による超高層大気の観測（3 年計画の 1 年次）」などを実施した。また、多目的衛星データ受信システムを利用して、あらたに欧州リモートセンシング衛星の受信も開始した。ドーム計画の準備およびみずほ基地の維持を目的に、内陸旅行を実施し中継拠点を設置した。

#### 1. はじめに

第 32 次南極地域観測隊越冬隊（以下第 32 次越冬隊）は、1990 年 11 月 13 日に開催された第 97 回南極地域観測統合推進本部総会（本部総会）において決定された行動計画に基づいて、昭和基地およびあすか観測拠点で、観測および設営活動を実施した。第 32 次越冬隊は総員 39 名で、昭和基地越冬隊は観測副隊長兼越冬隊長藤井理行以下 31 名、あすか観測拠点越冬隊は観測副隊長兼越冬副隊長巻田和男以下 8 名の構成である。

\* 国立極地研究所。National Institute of Polar Research, 9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173.

昭和基地越冬隊は、1991 年 2 月 1 日から 1992 年 1 月 31 日までの 1 年間、昭和基地およびみずほ基地の運営・維持管理を行った。昭和越冬隊の主要な任務は、両基地施設の適切な維持・管理を行うとともに、長年にわたって継続されてきた定常観測を円滑に継承し、さらに 32 次計画として準備されたいくつかの研究観測、設営の課題を安全かつ効率的に推進することである。定常観測項目および研究観測の課題を表 1 に示す。

表 1 昭和基地・みずほ基地およびその周辺での越冬観測計画一覧  
Table 1. Research program of JARE-32 wintering party at and around Syowa and Mizuho Stations.

定常観測	極光・夜光	全天カメラ観測
	地磁気	地磁気三成分及び絶対値測定
	電離層	イオノゾンデ、オーロラレーダー、リオメーター、電界強度（オメガ電波受信、NNSS 受信、GPS 受信等）
	気象	地上気象観測、高層気象観測、オゾン全量観測、特殊ゾンデ観測、日射量等観測、天気解析
	潮汐	検潮儀による潮位連続観測
研究観測	地震	短周期及び長周期地震計による自然地震観測
	地測	航空写真撮影、水準測量
	宙空系	テレメトリーによる人工衛星観測、ボーラーパトロール気球による超高層大気の観測、極域じょう乱と磁気圏構造の総合観測、観測点群による超高層観測
研究観測	気水圏系	南極域における気候変動に関する総合研究（海水—大気相互作用の観測、大気状態の年々変動の観測）、大気・雪氷・海の相互作用の観測（人工衛星観測、広域気象観測）、クレバス探査レーダ実験、ドーム計画準備
	生物・医学系	南極における「ヒト」の生理学的研究、昭和基地周辺の環境モニタリング

越冬期間中、天候および安定した海氷に恵まれ、基地での観測・設営および野外活動は順調に経過した。しかし、3 月末航空機の陸上駐機場の除雪作業中にピラタス 1 号機の主翼にダメージを与えたため、以降セスナ 1 機による運航となり、予定された航空機計画は大幅に縮小された。

第 33 次観測隊の夏期行動計画が当初計画から変更され、観測船「しらせ」がブライド湾に先行することとなり、あすか観測拠点の一時閉鎖は 12 月に早まり、越冬副隊長ほか 2 名は、第 33 次とともに 1992 年 1 月に昭和基地入りした。また、ほかの 5 名は、観測船「しらせ」では輸送できない雪上車やそりを陸路回送し、1 月中旬に昭和基地入りし、以降昭和基地越冬隊とともに行動をとにした。

## 2. 越冬隊の編成

第 97 回本部総会において、表 1 に示す第 32 次南極地域観測実施計画、「しらせ」の行動計画とともに、観測隊員 55 名全員の決定をみた。このうち第 32 次越冬隊員の編成を表 2 に示す。なお、あすか観測拠点での越冬隊員には、◎ 印を印した。

表2 第32次南極地域観測隊越冬隊員名簿  
Table 2. Wintering personnel of JARE-32 at Syowa and Asuka Stations.

担 当	氏 名	年 齢	所 属	隊 経 歴 等
隊 長	藤 井 理 行	43	国立極地研究所研究系	18・25次越冬
副 隊 長	◎巻 田 和 男	44	国立極地研究所事業部 (拓植大学工学部)	17次越冬
気 象	阿 部 豊 雄	42	気象庁観測部	18次越冬
	岩 本 美 代	36	気象庁観測部	
	◎祐 川 孝	31	気象庁観測部	
	稲 吉 浩	30	気象庁観測部	
	青 野 正 道	27	気象庁観測部	
電 離 層	野 崎 憲 朗	41	通信総合研究所	21次越冬
地 球 物 理	山 本 正 人	25	国立極地研究所事業部 (神戸大学大学院)	
測 地	中 島 最 郎	30	国土地理院測図部	
宙 空 系	藤 井 良 一	40	国立極地研究所研究系	23次越冬
	小 竹 田 昇 功	26	通信総合研究所	
	◎港 屋 浩 一	26	国立極地研究所事業部 (東京大学大学院)	
			電気通信大学	
気 水 圏 系	河 村 俊 行	45	北海道大学低温科学研究所	
	大 島 慶 一 郎	30	北海道大学低温科学研究所	
	林 政 彦	30	名古屋大学 太陽地球環境研究所	
	高 橋 晃	25	通信総合研究所	
生 物・医 学 系	田 中 正 文	44	名古屋大学環境医学研究所	
機 械	土 田 外 志 治	38	国立極地研究所事業部 (株)小松製作所	19・24次越冬 28次夏 25次夏, 27次越冬
	◎石 沢 賢 二	38	国立極地研究所事業部	
	林 原 勝 美	34	国立極地研究所事業部 (ヤンマーエンジニアリング(株))	
	長 谷 川 裕 一	34	旭川医科大学業務部	
	◎上 遠 野 壽	35	国立極地研究所事業部 (いすゞ自動車(株))	
	佐 藤 仁	30	国立極地研究所事業部 (株)大原鉄工所	
通 信	有 澤 純 一	42	電気通信大学	26次越冬
	◎伊 藤 康 典	41	国立極地研究所事業部 (日本電信電話(株))	
	前 川 友 孝	35	郵政省放送行政局	
		27	海上保安庁警備救難部	
調 理	根 布 和 博	34	海上保安庁警備救難部	
	根 時 松 誠	26	国立極地研究所事業部 (株)東條会館	

表 2 (つづき)  
Table 2. (Continued)

担 当	氏 名	年 齢	所 属	隊 経 歴 等
医 療	よね やま いげ ひと 米 山 重 人	35	国立極地研究所事業部 (溪和会江別病院)	
	いけ がわ まさ や ◎池 川 雅 哉	29	国立極地研究所事業部 (市立舞鶴市民病院)	
航 空	いの うえ たけし 井 上 武	37	国立極地研究所事業部 (日本フライングサービス(株))	
	ひろ せ ひで のり 廣 瀬 秀 憲	38	国立極地研究所事業部 ((株)ノエビア)	
	と が のき たか ひろ 枚 樹木 隆 博	27	国立極地研究所事業部 (日本フライングサービス(株))	
設 営 一 般	わた なべ ひま よし ◎渡 辺 久 好	40	国立極地研究所事業部 ((株)東條会館)	16・23次越冬
	いけ や のり お 池 谷 紀 夫	39	東京農工大学経理部	
	うめ 梅 津 まさ 正 道	27	国立極地研究所事業部 (日本電気(株))	

◎印は、あすか観測拠点越冬者を示す。

### 3. 越冬経過の概要

基地の運営は、越冬当初に定めた内規と月例の諸会議で調整、決定した計画および方針によることを基本とした。第 32 次越冬隊では、観測系を中心に多くの部門で多様な野外活動が計画されたほか、航空機計画も空中写真撮影や大型動物センサスなど多数あった。31 名と限られた人数で、数多くの野外活動計画と航空機の運航を安全かつ円滑に実施するのは、大きな課題であった。このため、越冬初期の段階で「野外行動、安全・レスキュー指針」を定めるとともに、航空機の運航についても「航空機安全運航・レスキュー指針」を定め不測の事態に備えた。

野外行動としては、1 週間以上に及ぶ長期の計画 9 件（海氷海洋観測 3 件、内陸旅行 3 件、浅層掘削 2 件、環境モニタリング観測 1 件）を含め 176 件の計画を実施した。この中で最大規模の計画は、10 月から 2 カ月にわたって 9 名が参加したドーム中継拠点旅行である。これは、第 IV 期 5 カ年計画で予定されている氷床ドーム域での深層掘削の準備として、S16 から 630 km の地点に中継拠点を設置するとともに、物資の輸送、雪氷・気象観測を実施することを目的とした。ここでは、新規導入したブルドーザーが輸送に威力を発揮するとともに、位置決定用として GPS 装置が有効に活用された。このほかの野外計画においても、当該部門以外からのメンバーの参加などサポートがあり、越冬人数に比して数の多い野外計画を円滑に実施することができた。

みずは基地については、第 31 次隊からの引き継ぎを兼ねた夏旅行、秋旅行、そしてドーム中継拠点旅行時に 3 回、さらにあすか撤収旅行隊の立ち寄りを含め計 6 回、無人気象観測

装置の点検を兼ねて基地内点検を実施した。

基地生活の安全管理も主要な課題で、月 1 回の総合防火訓練、防火点検のほか、火災報知器や消火器の点検、ブリザード時の外出規制などを実施した。ブリザード時の建物間の移動については、外灯設置後著しく安全性が向上した。基地諸施設の老朽化が目立ってきておりその保守に、また廃棄物処理に多くの時間と労力を費やしたのも特記すべきことである。越冬引き継ぎ時点で、基地主要部の雨漏りがひどかったため、3 月始めまで旧第 9 発電棟、松の廊下、食堂前通路を中心に屋根のコーラル塗装をするとともに、旧第 9 発電棟については床のコンクリート打設と塗装、天井のアスベスト撤去などを行い大きな作業空間を確保した。廃棄物処理や車両整備、除雪なども膨大な基地設営作業で、当該部門を中心に多くの隊員の支援を得て行うことができた。

このように限られた隊員数で、基地運営のほかに、多彩な基地観測、野外観測、航空機観測を円滑に運営できたが、これも部門を越えた相互の理解と協力があったためと言える。活動の概要を月を追ってまとめると以下ようになる。

**2 月:** 越冬隊員のみとなった 10 日から 1 週間、連日 22~3 名の隊員により、各建物への暖房用燃料の配布、越冬中の廃棄物処理用ドラムの準備、屋外デポ地の整理、道路除雪用標識設置、130 kI タンクの清掃、400 MHz の UHF アンテナの 20 m タワーへの設置など越冬準備作業を行った。

観測系では、気水圏系がたこによるエアロゾルの採集、宙空系が EXOS-D の 24 時間受信観測、測地部門が東・西オングル島全基準点の対空標識設置作業などを行った。設営系では、医務室と手術室の改装、旧第 9 発電棟の雨漏り修理、海水行動用車両の整備などを行ったほか、航空部門では、25 日より飛行を開始した。

隊の運営については、観測部会、設営部会のほかに生活部会を設置し、各生活業務系の責任者による連絡・調整の場を設けた。また、航空機・野外行動のレスキュー検討委員会を作り、レスキュー体制の検討と非常装備・食糧の整備を行った。

**3 月:** 基地および隊の運営、観測も軌道に乗り、野外調査や S16 へのルート工作、航空機観測などを活発に行った。観測面では、宙空系がオーロラ光学観測、気水圏系がオングル海峡の実験用プールでの海水・海洋観測、生物・医学系が、ハムスターを用いての生体系リズムの変化に関する実験を開始した。

設営では、装輪車の整備と冬ごもりの処置、雪上車整備、各棟電気配線整備を進めるとともに、基地主要部の雨漏り修理、旧第 9 発電棟の床修理、廃棄物処理など基地の環境面での整備を行った。航空部門は、天候に恵まれなかったものの 25 時間の飛行を実施したが、月末の除雪作業中に、ピラタス機の左主翼、エルロン部を破損するという事故が起きた。

天候はぐずつき気味で、雪日数 22 日、快晴日数 2 日であった。また、24 日には、3 月としてはこれまで最低の  $-24.7^{\circ}\text{C}$  を観測した。下旬には、非常に強い磁気嵐に見舞われ、オー

ロラ現象が活発で、短波通信に影響がでた。

**4 月：**天候は、好天に恵まれ月間平均雲量 5.7 と 4 月としては過去最低を記録した。この好天による放射冷却のため気温は低く推移した。好天と良好な海氷状況に恵まれ、隊の活動は、野外活動や基地外回り作業を中心に順調に進んだ。

第 1 回のリュツォ・ホルム湾海氷・海洋調査旅行は、18 日から 30 日にかけて行われた。また、みずほ秋期旅行隊は、26 日に出発した。そのほか、対空標識設置、クレバス探査レーダー実験、環境モニタリング（土壌細菌）などを目的にオングル島周辺での野外調査が活発に行なわれた。航空機観測は、セスナ 1 機体制となったため規模を縮小して再開することとなった。

設営では、S16 からの SM50 型雪上車 7 台の回収と整備、逆さ野菜栽培装置の設置と栽培の開始をしたほか、旧第 9 発電棟の改修（天井のアスベスト除去、床のコンクリート打設、床と壁の塗装、電気配線整備）を終えた。

**5 月：**ブリザードが頻繁に来襲し、暖かで風の強い月となった。ブリザードの合間をぬって、野外での各種調査・作業を実施した。4 月下旬に出発したみずほ秋期旅行隊は、ドーム計画の準備としてブルドーザーのけん引走行試験と燃料ドラム輸送を行った。また、向岩から S16 へのルート工作の一環として、大陸取り付き点付近の調査を実施した。基地観測では、エアロゾルゾンデ 1 号機の飛揚など、順調に経過した。航空機観測飛行は、15 日の大気化学観測を最後に冬前のオペレーションを終了し、冬期運休体制に入った。

月末には、冬明けの長期野外活動計画の日程とメンバーを決めた。生活面では、1 日から冬日課にした。ブリザードの合間には、オーロラやころがる太陽の撮影が盛んに行われたほか、グリーンフラッシュ、ハイドローリックジャンプ、蜃気楼などの体験が話題になった。また、逆さ野菜栽培装置により、サラダ菜の初出荷があり新鮮な葉物野菜を堪能した。

**6 月：**極夜の 1 カ月で、基地屋内で活動することが多かった。中旬には快晴微風の日が 1 週間続いた上、磁気嵐によりオーロラ現象が活発で、宙空系隊員は観測に、ほかの隊員はオーロラ鑑賞に多忙であった。また 222 年ぶりという 3 惑星の接近も北東の茜色の空に楽しむことができた。21 日から 3 日間ミッドウインター祭の多彩な催しを楽しんだ。20 日からは南極大学も開校された。24 日から 25 日にかけては、初の A 級ブリザードとなり、第 32 次越冬隊としては最初で最後の外出禁止令が出された。基地内の改装改修も活発に行われ娯楽棟、通信棟が快適になったほか、ブリザードのたびにドリフトで使用できなくなる食堂棟出入り口にドリフト防止柵を実験的に設置した。また 6 日には、発電機の全停電事故が約 30 分起こったが、幸い観測への影響は小さかった。

**7 月：**月前半には、ブリザードが頻繁に襲来した。特に、6～8 日の A 級ブリザードでは、7 月の記録としては第 1 位の強風（最大風速 40.0 m/s、最大瞬間風速 51.0 m/s）となり、多くの建物で雪の侵入が激しかったほか、20 台近い雪上車がドリフトで相当埋まった。ブリザ

ードの合間の晴天日には、濃いオレンジ色に染まる極成層圏雲がしばしば見られるとともに、エアロゾルゾンデで成層圏エアロゾルの増加が確認された。冬明けの野外活動に備えて、機械隊員と旅行隊メンバーは、大型雪上車の本格的整備を開始した。

後半はうって変わって静穏な日が続き、外作業（除雪、航空機整備、ションドラ集め、ゴミの海洋投棄など）や屋外観測（クレバスレーダー実験、地磁気絶対観測、地震計室点検など）が順調に消化できた。また、野外調査も再開し、オングル海峡海氷海洋調査、とつつき岬・向岩でのエアロゾルサンプリングなどを実施したほか、航空機の運航も 30 日に 2 月半ぶりに再開した。

**8 月：** 上旬のブリザード襲来時には 8 月としてはこれまで最高の  $-3.9^{\circ}\text{C}$  を記録するなど暖かであったが、気温は次第に低下し、下旬にはこの年の最低気温  $-38.1^{\circ}\text{C}$  を記録した。

野外活動としては、冬明け最初の長期観測旅行である第 2 回リュツォ・ホルム湾海氷海洋観測が、19 日から 31 日まで実施され、氷厚は前年同時期に比べ厚くなっている所が多いことが分かった。このほか、対空標識設置、クレバスレーダー実験、オングル海峡海氷海洋観測、S 16 への UHF リピーターアンテナそり設置・気象ロボット保守、ラングホブデ雪鳥沢小舎整備、西オングルテレメトリー電源充電などを目的とした短期の旅行を相次いで実施した。

設営では、機械部門が旅行メンバーとともに、ドーム中継拠点旅行などで使用する雪上車の整備を行うとともに、すべての 2t そりの点検・修理を完了した。また、航空部門も天候に恵まれ順調に飛行予定を消化するとともに、セスナへの空中写真カメラ搭載に関連する整備・試験飛行を行った。

**9 月：** 曇りがちで降雪の日が多かったが比較的温暖に推移した。基地周辺の積雪は多く、特に、管理棟風下の食堂付近のドリフトの発達が激しかった。

定常気象部門によるオゾン観測は、気水圏系の観測とともに 3 年続きのオゾンホールが発生を観測し、30 日には観測開始以来の最低の値を記録した。また 24 日には、宙空系と気水圏系は、オゾンホール現象の研究のため、ポーラーパトロール気球 3 号機を打ち上げ、成層圏でのオゾン観測に成果をあげた。

7 月から行ってきた雪上車・そりの整備は 9 月半ばで完了し、数度にわたる S 16 へのドラムそり輸送を実施し、ドーム中継拠点旅行の準備は順調に進展した。野外活動としてはこのほか、みずほルートの H 15 での第 1 回氷床浅層コア掘削や、ラングホブテ地域での対空標識設置作業などを実施した。航空機観測としては、プリンスオラフ海岸梅干岩付近の皇帝ペンギンのルッカリー調査などを実施した。この航空機観測の実施にあたっては、マラジョーナヤ基地からの航空気象情報提供の協力を受け有効であった。

**10 月：** 温暖な 9 月に代わり、月平均気温が  $-16.1^{\circ}\text{C}$  と最低記録を更新する寒冷な月となった。しかし、基地内通路の天井からは厚い霜の落下、雨漏りが本格化し、またペンギン、

とうぞくかもめの訪問を受け、夏の訪れを実感した。

基地観測では、定常気象部門での幅射ゾンデ観測と宙空系でのオーロラの光学系観測が終了し、また、気水圏系では、ERS-1 衛星の試験受信に成功した。基地設営では、内陸棟へのベッドの搬入、除雪作業の開始など順調に経過した。

野外活動としては、長期の3旅行を実施した。第2回浅層コア掘削(3日~10日)では、9月の掘削孔を掘り進み120mのコアを採取した。ドーム中継拠点旅行隊は13日に、また第3回のリュツォ・ホルム湾海水・海洋旅行隊は19日に出発した。また、向岩—S16間のルートを20年ぶりに作った。ホブデ湾海洋観測では、観測カブースの火災を起こした。この事故は、野外活動のみならず基地生活の安全面での教訓となった。

11月：天候に恵まれ、基地活動、野外活動、航空機観測が順調に実施できた。基地では、ERS-1 衛星の本格受信の開始や、定常気象部門の新測風鉄塔による地上風の観測を開始したほか、道路、ヘリポートや建物周辺での除雪作業を実施し、月末には装輪車が使用できるようになった。航空機による観測は、10フライトを消化した。3回におよぶ大型動物センサスでは、合計343頭のアザラシを確認したほか、氷床氷縁監視空撮ルート偵察では、リュツォ・ホルム湾南部でこれまで地図に記載されていない3つの島を見つけた。

野外活動は、天候・海水状況に恵まれ30件もの計画を実施した。長期の計画としては、ドーム中継拠点旅行の前期隊と後期隊の交代を中旬にみずほ基地で行ったほか、ラングホブデ周辺的环境モニタリング調査を9日間にわたって実施した。短期の主な旅行は、アデリーペンギンの調査(5回)、S16での日帰り観測(3回)、対空標識設置(2回)、オングル海峡海水海洋観測(3回)などである。

12月：曇天の日が続き日照時間は観測開始以来の少ない記録を更新した。また、温暖な月で、月平均気温はこれまでの高い記録を更新した。

夏宿開設、道路除雪など第33次観測隊受け入れ諸作業を行うとともに、持ち帰り空ドラムや廃棄物の整理・準備を行った。23日には、第一便で新鮮な野菜などとともに、第33次観測隊員が昭和基地入りした。その後、初期空輸が実施され、第33次観測隊の夏作業開始に伴い基地は活況を呈した。定常気象部門による新百葉箱の設置と旧測風塔の撤去のほか、気水圏系のエアロゾルゾンデ2機の飛しょう、ERS-1 衛星の受信などを行った。航空機観測は、曇天のため空中写真撮影など4回行われたに過ぎない。

野外活動としては、2カ月におよぶドーム中継拠点旅行隊が9日に帰還し、昭和基地発の長期旅行計画をすべて終了したほか、アデリーペンギンの調査、対空標識設置作業、オングル島内水準測量などを実施した。

1月：「しらせ」が4日に接岸してから、基地は第33次隊員、「しらせ」からの支援要員を迎え活況を呈した。中旬にブリザード気味の悪天が1日あったほかは穏やかな天候に恵まれ、氷上輸送、空輸作業や第33次隊との引き継ぎは順調に経過した。また、基地の運営や



観測も順調に経過し、31 日には第 32 次越冬隊としての任務をすべて終了し、2 月 1 日第 33 次越冬隊に基地運営を引き継いだ。

野外観測としては、「しらせ」のヘリコプター支援による調査 3 件（ラングホブデ沖とパッダ沖での海氷・海洋観測とラングホブデ雪鳥沢 SSSI 地区での環境モニタリング）と、東オングル島での水準測量を実施した。航空機観測は、氷上滑走路の状態が昼間を除き良かったため、早朝の時間帯を選び、空中写真撮影と AXBT 観測を実施した。あすか撤収旅行隊は、16 日 S 16 に無事到着し 18 日に昭和基地入りした。また、月末には、迷子沢陸上滑走路予定地の整地作業および海側の埋め立て延長工事を行った。

#### 4. 観測経過概要

研究観測としては、気水圏系の「南極域における気候変動に関する総合研究（5 年計画 5 年次）」と宙空系の「ポーラーパトロール気球による超高層大気の観測（3 年計画 1 年次）」を中心に、宙空系の「テレメトリーによる人工衛星観測」、「極域じょう乱と磁気圏構造の総合解析」および生物・医学系の「昭和基地周辺的环境モニタリング」、「南極における「ヒト」の生理学的研究」などを実施した。また、多目的衛星データ受信システム（大型アンテナ）を利用して、極域超高層探査衛星（EXOS-D 宇宙科学研究所）、海洋観測衛星 1 号（MOS-1 宇宙開発事業団）及び欧州リモートセンシング衛星 1 号（ERS-1 欧州宇宙機関）のデータ受信解析を行った。

地球環境に関する研究観測は、観測系の中で近年大きな比重を占めてきており、第 32 次越冬隊も気水圏系、宙空系を中心に二酸化炭素など温室効果ガスの観測や、エアロゾル観測、氷床コア採取など多彩な観測を実施した。また定常気象部門は、WMO 全球ベースライン地上放射観測網計画に対応し放射観測の充実を図った。

測地部門は、航空機による空中写真撮影の実施を主な目的として越冬した。空中写真撮影は、当初セールロンダーネ山地やベルジカ山地でも計画されていたが、セスナ 1 機体制となったためあすか観測拠点への飛行ができなくなり、昭和基地周辺地域での撮影のみに計画は縮小された。

部門別の観測経過および結果の概要は、以下のとおりである。

##### 4.1. 定常観測

###### 4.1.1. 極光・夜光

全天フィルムカメラ観測は 2 月 25 日から開始した。当初順調に稼働していたが、5 月よりフィルムの駆動モーターが動作しなくなり、観測ができなくなった。そのため、全天 SIT テレビカメラ観測の画像データをオプティカルディスクに常時記録して代用できるようにした。取得した 400 フィート白黒フィルムは 9 巻であった。

#### 4.1.2. 地磁気

三成分は連続観測で、また絶対測定は地磁気じょう乱の少ない日を選んで月1回従来どおりの方法で実施した。絶対測定は12回行ったが、地磁気静穏日が1カ月以上ない期間が続いたため、測定不可能な月があった。

#### 4.1.3. 電離層

従来どおりの観測、すなわち、電離層観測、オーロラレーダー観測、電離層吸収観測、オメガ電波観測、短波電界強度測定を実施した。全体としてこれまでの方法を継続したが、112 MHz のオーロラレーダー観測は、送信機の故障で6月以降欠測となった。前年に引き続き太陽活動が活発で、黒点活動に伴う大規模な電離層じょう乱が数多く観測された。

#### 4.1.4. 気 象

地上気象観測、高層気象観測、特殊ゾンデ観測、オゾン観測および天気解析を従来とほぼ同じ方法で継続するとともに、新たに、WMO 全球ベースライン地上放射観測網の計画に基づき地上放射観測の充実を図った。施設面では老朽化した測風鉄塔と百葉箱を更新した。

図1に主な地上気象要素の旬平均の年変化を示す。気温は平年より高温の月が多く、特に5月下旬、6月下旬から7月中旬にかけてと8月上・中旬が高かった。月平均気温が平年値より低かったのは3月、4月、10月、11月の4カ月のみであったが、10月は最低記録を更新した。5月23日にハイドロリックジャンプに伴う竜巻を観測した。ブリザードの来襲は33回あり、7月のA級ブリザード時には最大風速 40.0 m/s、最大瞬間風速 51.0 m/s を記録し、いずれも7月の最大記録を更新した。

高層気象観測では、9月下旬に第1回目の成層圏突然昇温が観測 (26.5°C/週) された。このときの突然昇温は成層圏循環の逆転を伴わない昇温で、30 mb 面の風が東風が変わったのは11月下旬であった。

オゾン全量観測の結果、これまでにないオゾン量の減少を確認した。オゾンホールは3年連続の出現となった。

#### 4.1.5. 潮 汐

従来の沈鐘式験潮計のほか、第31次観測隊で設置した水晶式験潮計と同型の験潮計をバックアップ用に西の浦に設置し観測を継続した。沈鐘式験潮計は、7月に信号線が断線したため、以後収録できなかった。水晶式験潮計による観測は、復調器の不具合により第31次観測隊の験潮計の記録のみを通年収録できた。

#### 4.1.6. 地 震

短周期地震三成分、長周期地震三成分の観測を通年行った。観測した地震記録の総数は、482回であった。また、STS システムによる広帯域地震観測を前次隊に引き続き実施した。9月に観測棟から地震計室へ延びていた100 V の電源ケーブルが積雪中で自然断線し、仮敷設までのべ6日間すべての記録が欠測した。

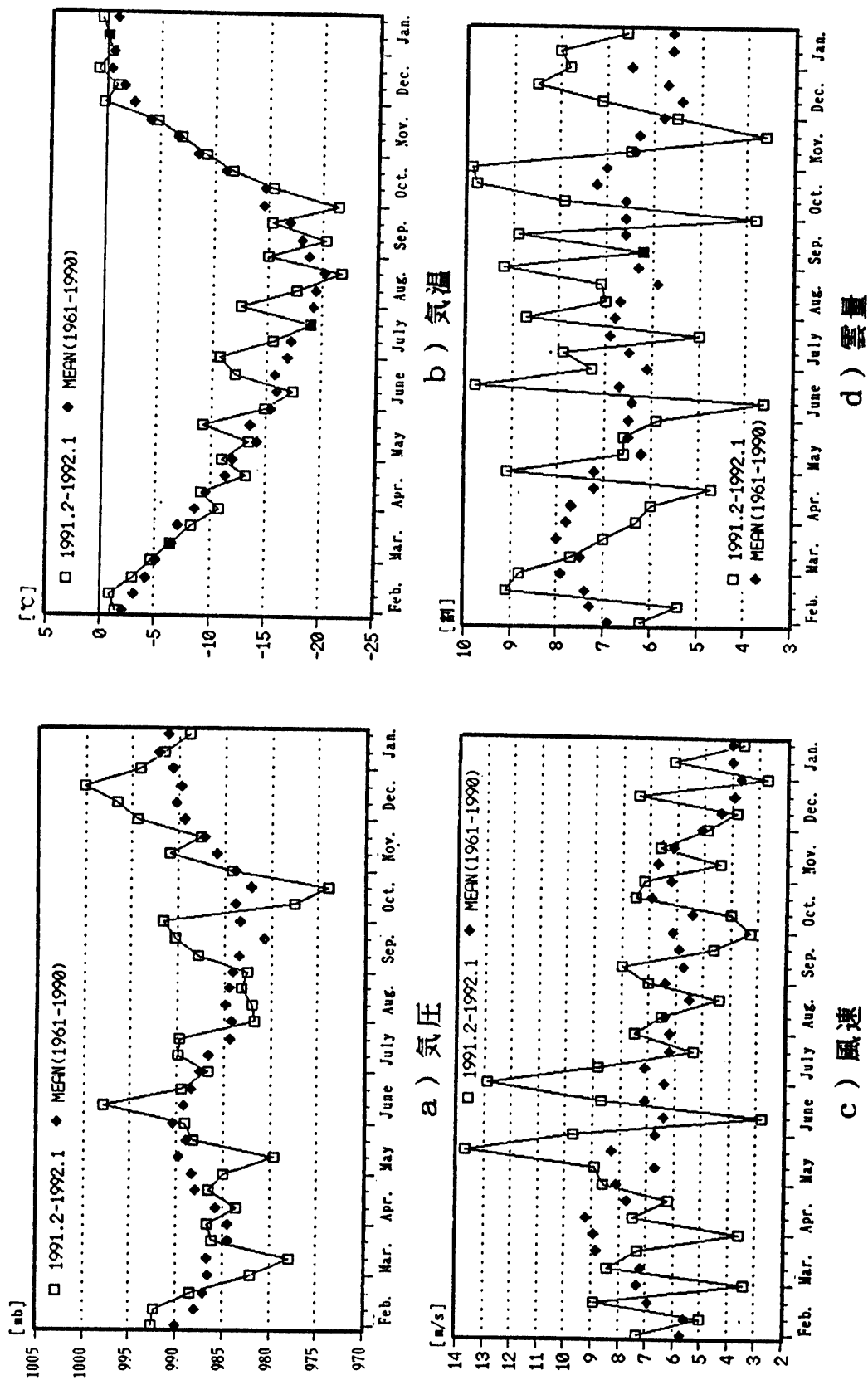


図 1 越冬期間中の気圧, 気温, 風速, 雲量 (10 日平均値; 黒角は, 1961 年から 1990 年の平均値.  
Fig. 1. Annual variation of 10-day mean meteorological elements at Syowa Station; a) sea-level pressure, b) air temperature, c) wind speed and d) cloud amount.

#### 4.1.7. 測 地

航空写真撮影，標定点測量，対空標識設置，基準点測量，水準測量等を実施した．航空写真撮影は，当初セールロンダーネ山地地域，ベルジカ山脈地区も計画されていたが，ピラタスポータ機の事故により中止になった．航空写真撮影は，オングル諸島地区，ラングホブデ地区のカラー写真撮影，および氷床氷縁監視写真撮影をセスナ機により，12月と1月に実施した．

航空写真撮影に先だって，とつつき岬からラングホブデまで，基準点 49 点，水準点 12 点，図根点 2 点，計 63 点の対空標識を設置した．

### 4.2. 研究観測

#### 4.2.1. 宙空系

第 32 次越冬隊では，従来より準定常的に実施されてきた，①テレメトリーによる人工衛星観測，②極域じょう乱と磁気圏構造の総合解析，③観測点群による超高層観測，を継続するとともに，新たに④南極周回気球実験などを実施した．具体的には継続観測である EXOS-D 受信観測，超高層モニタリング観測，オーロラ光学観測，電離層研究観測，地磁気・極光定常観測に加えて，新たにポーラーパトロール気球を用いた超高層大気観測（第 32 次隊夏期及び冬期），紫外及び赤外分光観測，セシウム原子時計等を用いた時刻比較観測及び HF ドップラー観測を実施した．また，1990～1991 年「しらせ」夏期行動中に，メタンの船上連続観測（日本～昭和基地，昭和基地～シドニー）も実施した．

超高層モニタリング観測及びオーロラ光学観測は，あすか観測拠点との同時観測として実施し，多くのデータを得ることができた．

##### （1）EXOS-D 衛星受信観測

第 30 次隊から開始された EXOS-D 衛星受信を継続して実施した．S-バンドの PCM データは 1 年間を通して受信した．UHF-バンドの VLF ワイドバンドデータの受信については，衛星のペリジが南半球にあり，昭和基地～衛星までのスラント距離が 3000～4000 km 以下となる 7 月～12 月にかけて実施した．

S-バンドデータ受信には，多目的アンテナを使用し，UHF-バンドデータ受信には，ISIS 衛星受信アンテナ施設を用いた．

##### （2）超高層モニタリング観測

観測項目，観測機器構成，データの収録方法は従来と同一で，ほぼ年間を通じて順調に観測を継続できた．ただし，プロトン磁力計は第 31 次越冬隊との引き継ぎ時に不良となり，新たな信号ケーブルの敷設等を行ったが，改善されなかったため，観測を取り止めた．

##### （3）西オングルテレメトリー無人観測点維持

西オングルテレメトリー観測点は，地磁気脈動，CNA，VLF 自然電波観測器と，それらから得られるデータを東オングル島の情報処理棟へ送るテレメトリーシステム，および上記

二つを駆動する電源施設, および多目的アンテナ較正用コリメーション設備からなっており 1 年を通じて維持を行った。7 月に 16 kVA 発電機が故障したほか, 順調に維持できた。

#### (4) オーロラ光学観測

第 32 次越冬隊におけるオーロラ光学観測の目的は, 従来から継続されている①オーロラの形態・動態の研究, ②春分及び秋分を含む期間に実施されるアイスランドとの同時観測によるオーロラの共役性の研究に加えて, ③あすか観測拠点との同時観測によるオーロラの広域にわたる形態・動態の研究である。

SIT テレビカメラ観測及び固定方位フォトメーター観測は, オーロラ観測可能な全期間を通して良好なデータを取得することができた。CCD テレビカメラ観測は, オーロラ観測期間中しばしば動作不良をおこし, また掃天フォトメーターの一部も故障により観測期間途中から観測を行えなくなった。

#### (5) セシウム原子時計関連観測

Cs 原子時計は周波数標準・時刻標準を供給するだけでなく, 様々な宇宙技術 (GPS, VLBI 等) に必要不可欠な精密機器になりつつある。南極においても時刻の標準として近い将来の利用が不可欠と予想される。このため, Cs 原子時計を長期運用し, その運用に関しての問題点を検討することを目的とした。

今回使用した Cs 原子時計は, 1990 年 11 月 14 日から 1991 年 11 月 9 日まで約 1 年間運用することができた。また, 昭和基地において 1 年以上の安定した長期運用を行うには, 複数の Cs 原子時計と計画的なビーム管の交換が不可欠である。さらに, より精密な周波数標準を得るには, 環境改善も重要な要素となることなどが分かった。

#### (6) 赤外分光観測

太陽を光源とした赤外吸光分光法により,  $\text{ClO}_x$  のリザーバーとしてオゾンホール生成に重要な関係を持つ  $\text{HCl}$  を中心に,  $\text{HF}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{OCS}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$  の鉛直気柱密度を観測した。立ち上げ時にトラブルを起こし通年観測の予定が 7 月末からとなったものの, 7 月 30 日から 12 月 21 日までの間に計 41 日間観測を行った。

#### (7) 紫外分光観測

紫外から可視域における太陽天頂散乱光の分光観測により,  $\text{O}_3$  とともにオゾンホールの成因として重要な  $\text{ClO}_x$  のひとつである  $\text{OCIO}$ , さらには  $\text{BrO}$  や  $\text{NO}_2$  の濃度を観測した。観測は, 5 月 7 日より 1992 年 1 月 16 日までほぼ連続的に行った。

#### (8) VHF ドップラレーダー

オーロラレーダーは電離層 E 層の不規則構造を観測するが, レーダーエコーのドップラシフトを測定することにより, 不規則構造の視線方向速度を求めることができる。ターゲットとする不規則構造が電波オーロラである場合は, 電場を求めることができ, ターゲットが流星の飛跡の場合は E 層の中性大気風の速度が求まる。

観測は、第 31 次越冬隊からの引き継ぎ当初は順調であったが、3 月になってレーダー本体の動作は正常にも関わらず、送信機やアンテナの異常を表示して観測不能となった。

#### (9) NNSS 衛星電波観測

人工衛星電波が電離層を通過する際、パスの全電子数に比例した伝搬時間の遅延を受ける。逆に二つの周波数の遅延時間差（位相差）を測定すると全電子数の変化を計測できる。第 31 次越冬隊が設置したシステムを用い、ほぼ通年観測することができた。

#### (10) 短波ドップラー観測

高緯度地方はオーロラ粒子の降り込みによる電離層のじょう乱が多発し、高緯度から低緯度に伝搬する大規模移動性電離層じょう乱の発生源になっている。E 層から F 層にかけての波動現象を観測する手段として、イオノゾンデと HF ドップラー観測のネットワークがある。南極地域では適当な短波の標準電波の送信局が無いため今まで観測がなされなかったが、ソ連がポストーク基地 ( $78^{\circ}28'S$ ,  $106^{\circ}48'E$ )、レニングラードスカヤ基地 ( $69^{\circ}30'S$ ,  $159^{\circ}27'E$ ) で電波を送信し、マラジョージナヤ基地 ( $67^{\circ}40'S$ ,  $45^{\circ}50'E$ ) で受信する実験を開始した。今次隊からソ連との共同研究として昭和基地でも観測機器を整備した。

レニングラードスカヤ基地は実験開始以前の 1991 年 4 月に閉鎖され、実験相手の送信基地はポストーク基地だけになってしまった。ポストーク基地での通信用送信機の空き時間を利用しての実験で、送信時間は毎月 12 時間に限られた。8 月 14 日より受信を開始し、9 月から毎回システムを改良しながら実施した。

#### (11) ポーラーパトロール気球 (PPB) 3 号機実験

オゾンホール内のオゾン、エアロゾルの測定および風系分布測定等、成層圏大気の観測を目的とするポーラーパトロール気球 (PPB) 3 号機を、9 月 23 日 0755UT に新ヘリポートから、越冬隊全員の協力のもとで、成功裡に放球することができた。その後 3 号機は、様々な観測を行いながら、南極大陸を東まわりに飛しょうし、9 月 28 日 2100UT 頃ロス海棚氷上 ( $84.3^{\circ}S$ ,  $163.7^{\circ}W$ ) に着氷し実験を終了した。総飛しょう時間は 5 日間と 13 時間であった。飛しょう経路を図 2 に示す。この実験では南極周回を必ずしも目指さず、冬期間の長時間観測を目的としていたが、オゾン、風系、温度等の大気環境、ゴンドラ内の温度分布および日照/日陰とバラスト投下量との関係等の長時間にわたるデータを取得することができた。

#### 4.2.2. 気水圏系

第 28 次観測隊から始まった「南極域における気候変動に関する総合研究計画 (ACR)」の最終年度に当たり、①大気状態の年々変動（特に大気微量成分モニタリング）、②海氷—大気相互作用、を重点項目とした。

これらの計画に基づいて、①ではこれまで行われてきた二酸化炭素連続観測、大気サンプリング（以上第 25 次観測隊より）、メタン連続観測、地上オゾン連続観測（以上第 29 次観測隊より）、成層圏二酸化窒素、オゾン分光観測（以上第 31 次観測隊より）を継続して行った。

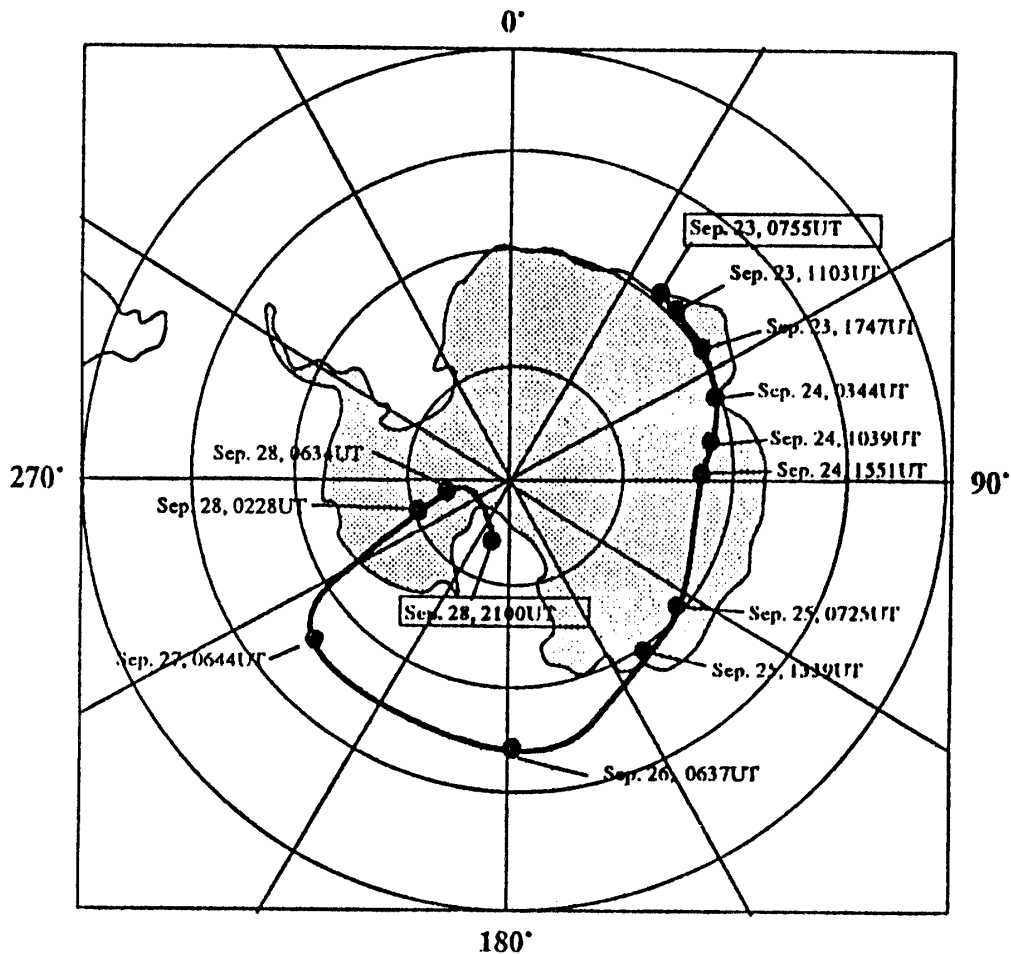


図 2 ポーラーパトロール気球の飛しょう経路

Fig. 2. Trajectory of Polar Patrol Balloon.

さらに、エアロゾルの観測に重点を置き、エアロゾルの地上サンプリング、たこ・航空機によるサンプリング、内陸でのサンプリング、エアロゾルゾンデ観測など多様なサンプリング観測を実施した。

②では、第 31 次観測隊に引き続き、オングル海峡およびリュツォ・ホルム湾において海氷・海洋観測を行った。海氷観測では海氷コアのサンプリングを重点的に行い、海洋観測では CTD・電磁流速計・XBT による観測、採水観測、および流速計・サーミスターチェーンの係留を行った。また航空機による海洋観測も実施した。

広域の大気の状態および海氷や雲の分布特性とそれらの変動を明らかにするために、MOS-1, NOAA, ERS-1 の衛星受信を行った。

大気状態の年々変動の「広域気象観測」計画の一環として、各地の無人気象観測装置の回収を行った。また、雪氷のマイクロ波リモートセンシングとしてクレバス探査レーダーの実験、および氷床コア掘削等の雪氷観測も実施した。

### (1) 大気微量成分観測

将来の気候変動や、地球規模の物質輸送機構、化学反応システムを理解するために、大気微量成分の継続的な観測および集中的な観測を系統的に行うことはきわめて重要である。南極域は、人為的な汚染源から遠くはなれているために地球のバックグラウンド的な濃度変動汚染の観測には最適な場所である。また、大気循環そのものが地球規模の現象であること、光化学的環境も中、低緯度と大きく異なり、地球の光化学反応システムの構成部分となっていることなど、南極域は地球規模の現象解明には不可欠の場所である。

以上の目的のために、前次隊以前から引き継いだ観測のほかに、特に光化学反応システムの解明という観点から、エアロゾルに重点をおいて観測を行った。観測、装置の調整等の作業は、おもに観測棟で行った。

#### (a) 二酸化炭素濃度連続観測

二酸化炭素は地球大気の温室効果気体の主成分であり、その濃度変動の観測は今後の気候変動を予測するうえで不可欠である。また、大気中で化学的に安定な成分であり、大気循環・物質輸送のメカニズムの解明のためのトレーサーとしても重要である。

観測は、トラブルもなくおおむね順調に行われた。1984年以降の月平均濃度を図3に示す。季節変動を伴いながら二酸化炭素濃度の増加は続いている。

#### (b) メタン濃度連続観測

メタンは二酸化炭素と同様温室効果をもった気体であり、今後の気候変動に影響を及ぼす

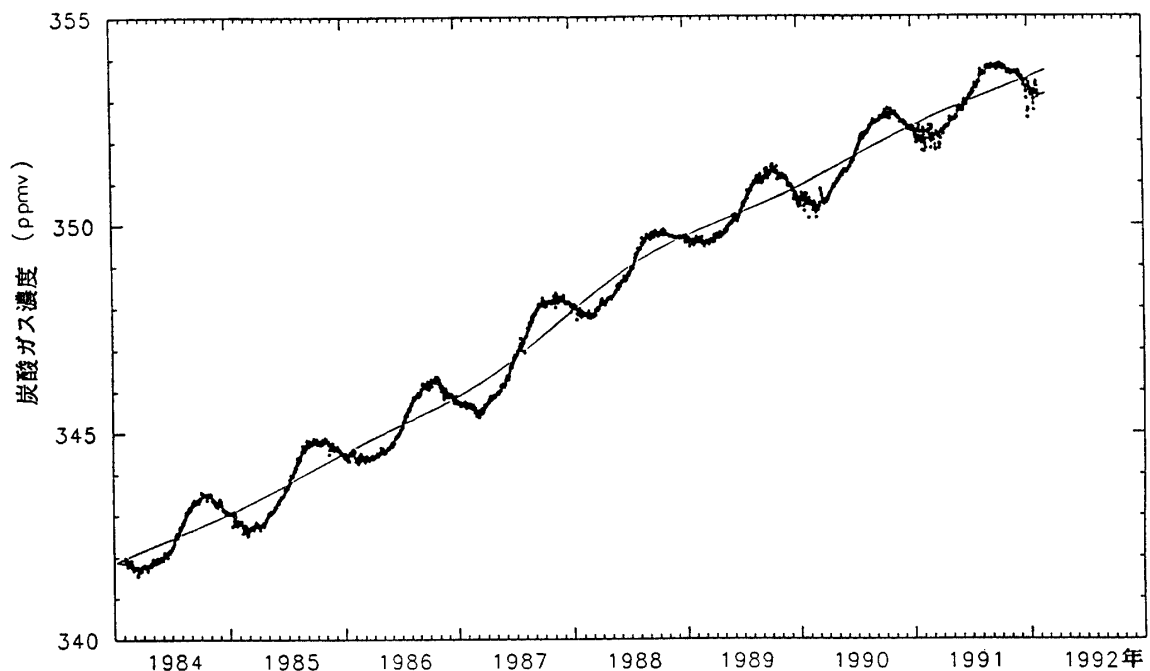


図3 炭酸ガス濃度の観測結果

Fig. 3. Secular change of  $\text{CO}_2$  concentration of 1984–1991.



と考えられている。また、成層圏の光化学反応に関与しており、オゾンをはじめとする反応性気体の濃度変動にも影響を及ぼすと考えられている。全地球的にメタン濃度の増加が観測されているが、その原因は未だ明確にされていない。

昭和基地での連続観測は、第 29 次観測隊により始められ、現在に至っている。観測はおおむね順調に行われた。季節変化をともなつての濃度増加は継続している。

#### (c) 地上オゾン濃度連続観測

対流圏オゾンは成層圏から対流圏への空気の流入、および対流圏の空気塊の入れ替わりを示すトレーサーである。昭和基地における地上オゾン濃度の観測は、二酸化炭素及びメタンの濃度の短周期変動の原因を探るために、第 29 次観測隊より観測棟において開始され、現在に至っている。

観測はおおむね順調であった。結果の詳しい解析は国内でのオゾン濃度計の再検定後に行うが、冬に高く夏に低い特徴的な季節変動は本年も観測された。

#### (d) 大気サンプリング

大気微量成分の中で、反応性の小さいものについては、空気をフラスコに密閉サンプリングし、国内で分析することでその濃度を測定することができる。以下のサンプリングを行った。

地上サンプリング :  $\text{CO}_2$ , メタン,  $\delta^{18}\text{C}$ , ハロカーボン, 非メタン系炭化水素類測定用  
航空機サンプリング:  $\text{CO}_2$ , メタン,  $\delta^{18}\text{C}$

#### (e) 成層圏 $\text{NO}_2$ , $\text{O}_3$ 分光観測

成層圏の二酸化窒素とオゾンのモニタリングは、オゾンホールおよび、グローバルなオゾン変動の動向を知り、今後のオゾン層保護のためにも、また、成層圏光化学反応過程を理解するうえでもきわめて重要である。昭和基地では、オゾン全量の観測としては気象部門によりドブソンオゾン計による観測が行われてきた。気水圏系では、第 31 次観測隊から太陽天頂散乱光の可視領域分光観測による二酸化窒素・オゾンの気柱全量の観測が始められ、第 32 次越冬隊でもこれを継続した。本観測法の特徴は、曇天時の観測が可能であることであり、連続性の高いデータが得られることにある。大気微量成分の濃度は、季節変化を伴いながら経年的に変動するもので、今後も長期的な継続観測が不可欠である。

観測はおおむね順調に行われた。オゾンに関しては、7 月下旬から減少を始め、10 月初旬には最低値を記録。その後、大きな変動を繰り返しながら、12 月初旬ごろに高濃度で濃度変動が小さい状態になった。この結果は、オゾンホールの形成、極渦の不安定化、極渦崩壊に伴うオゾンホールの消滅といった一連の現象をとらえていると考えられる。

#### (f) エアロゾル・反応性ガスサンプリング

エアロゾルは、大気運動のトレーサー、大気中の化学反応といった多様な側面を有しており、その観測は、大気循環、大気の反応系および物質循環、降水現象等を理解するうえで

わめて重要である。

5月にフィリピンのピナトゥボ山が噴火、8月にはチリのセロ・ハドソンが噴火し成層圏に大量の火山起源物質を投入した。これは地球規模のトレーサー実験、光化学反応実験であり、今後数年間のエアロゾルの変動は特に注目に値する。

このような目的のために、電子顕微鏡分析、化学分析、PIXE 分析など様々な分析のためのエアロゾルサンプリングを実施した。また、航空機等の利用、内陸旅行サンプリング、あすか観測拠点でのサンプリングの実施など、空間的なエアロゾル分布・組成の変動を調べることを目的として観測を実施した。

## (2) 海氷-大気相互作用の観測

### (a) リュツォ・ホルム湾海氷・海洋観測旅行

リュツォ・ホルム湾全域の積雪と氷厚の変化と氷化過程、および海洋構造の季節変動を把握するため、前次隊に引き続きリュツォ・ホルム湾内の観測旅行を実施した。観測は、前次隊が設定した3本の横断観測線のうち、ラングホブデ西方5 km から延長約40 km の測線(L ルート) および弁天島西方の延長40 km の測線(OW ルート) 上で行った(図4)。観測旅行は3回行った。第1回は4月18~30日に、第2回は8月19~31日に、そして第3回は10月19日~11月2日に実施した。

各観測旅行の観測項目は、海氷コア採取、氷厚測定、XBT、CTD、電磁流速計での流速観測、ナンセン採水器による採水およびサーミスターチェーンによる水温分布の連続観測などである。

観測の結果、積雪は大陸付近では少なく、離れるに従って深くなる傾向があった。第1回

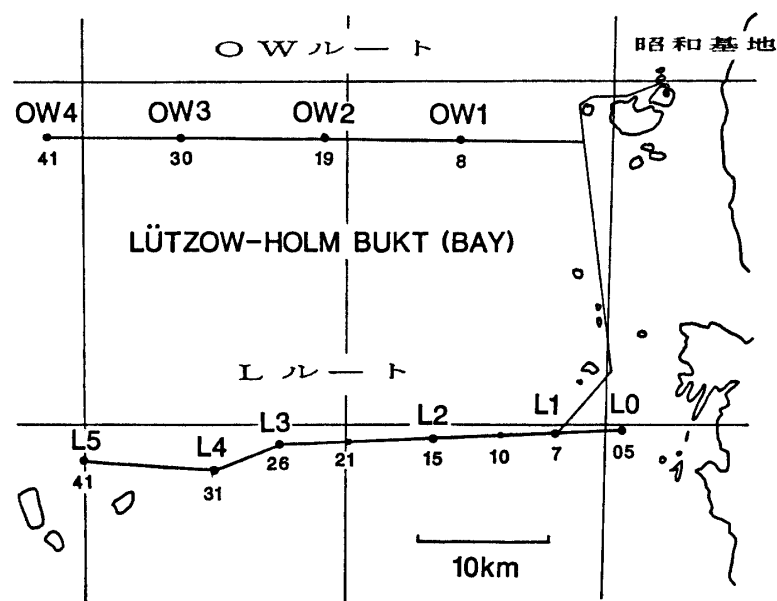


図4 リュツォ・ホルム湾で実施した海氷・海洋観測のルート図  
Fig. 4. Routes and stations for research of oceanography and sea ice.

の 4 月の観測では、積雪が多い L3 から L5 では 1990 年 10 月と比較して、氷厚が約 1 m 増大していた。これは、夏の間積雪が融け、その融解水の再凍結で成長していたことを示している。その後の成長は見られなかった。積雪の少ない L1 および L0 では、海氷は冬期間に成長し、夏には減少していた。

4 月の旅行では、L0 以外すべての観測点で 100 m 層付近に  $0.3\sim 0.5^{\circ}\text{C}$  程高い顕著な水温極大層が現れた。同様の極大層は 4 月および 5 月の AXBT 観測でも現れている。これらは周極深層水の貫入が夏季の日射による昇温の名残かのいずれかと考えられる。また、電磁流速計の観測によるとこの時期はおおむね南流が卓越していた。8 月、10 月となるに従い、どの観測点でも上層は高塩化していく。通年にわたって、450~550 m 層付近に冬季表層水(低温・低塩)と周極深層水(高温・高塩)をわける躍層が存在していた。

#### (b) 海氷観測

海氷の成長過程を継続的に調べるために、3 月中旬、オングル海峡の定着氷上に、上底 130 cm、下底 250 cm、高さ 400 cm の台形状のプールを作成した。海氷厚、積雪深、コア採取など 1 月に 1 回以上の観測を継続した。また、海氷の成長に及ぼす積雪の影響を調べるために、オングル海峡を横切る南緯  $69^{\circ}$  線上に観測点を設け、3 月から 12 月まで 1 カ月に 1 回の頻度で、氷厚・積雪深・雪尺の測定を行った。裸氷域では海氷は冬に成長するが、積雪域では冬明けから春にかけ海氷がその上面で成長していることが分かった。

#### (c) 海洋観測

主にオングル海峡中央部にて、年間を通して CTD、電磁流速計、ナンセン採水器、XBT による観測を行った。オングル海峡での水温・塩分の月変化は、おおむね前年と同様の傾向を示した。電磁流速計による流速鉛直プロファイル観測は、上層 200~300 m までに強流帯があり、それが 5 月を境に南流から北流に大きく変化したことを示した。

また、氷山の海洋に与える影響を調べる目的で、オングル海峡中央にはほぼ孤立して存在する氷山を対象として、その近傍で数回にわたって、CTD・電磁流速計観測などの海洋観測を行った。表層から 100 m ほどまでほぼ結氷温度にあった 5 月には大きな特徴はみられなかったが、上層が高温化した 11 月以降の観測では、流下方向の観測点で温度・塩分の鉛直分布に顕著なステップ構造がみられた。ステップ構造がみられるのは上層 70 m ほどまでで、5~30 m のスケールを持つ。上層 70 m というのは氷山の海面上の高さから考えて、氷山の沈んでいる層におおむね対応している。これらのステップ構造は氷山の影響を示唆するものである。同様のステップ構造は第 2 回海氷観測旅行の L0 地点でも見られたが、やはりこの地点のすぐ近くにも氷山があった。

前次隊に引き続き、氷河の海洋、海氷に与える影響を調べる目的で、ラングホブデ氷河沖での海洋、海氷観測も行った。

#### (d) 係留観測

海氷にあけた穴から流速計，サーミスタチェーンをロープでつり降ろし，ロープの上端に表面フロートを付け定着氷上に固定し，長期間流速と水温分布を観測した．観測の結果，オングル海峡の上層では5月中旬まで30 cm/s程度の南流であったが，下旬以降30 cm/s程度の北流に転じた．定着氷縁が後退していた7月上旬ごろまでは，5～6日程度の周期を持つ変動が卓越していたのに対し，7月下旬以降は半月程度の周期を持つ変動が卓越していた．オングル海峡では半日周期の潮流が卓越していた．下層での潮流の振幅は上層の1/3程度であった．

サーミスタチェーンは周極深層水と冬季表層水の界面付近を狙って係留され，それらの変動・混合過程を観測することを目的とし，データを取得した．

#### (e) 航空機観測

AXBT (Airborne Expendable Bathythermograph) による水温鉛直分布と，TAD (Tiros Arctic Drifter: 航空機投下式漂流ブイ) による氷縁付近の気圧場の観測を行った．

AXBT 観測は，昭和基地沖の沿岸ポリニヤ（氷野内開水面）の海洋構造の季節変化を調べるのが目的で，計7回のフライトにより実施した．計15本投下し，1本の不良を除きすべてのデータを取得できた．14本の観測すべてにおいて，表層より300～500 mまでがほぼ結氷温度にあり，混合層が深いのが確認された．ただし，3月，4月の観測では100 m層付近に0.4°Cほど高い温度極大層が観測された．

AXBTのフライト時には，衛星データのトルース観測を同時に兼ねる目的で，定着氷縁及び沿岸ポリニヤでの目視観察及び写真・ビデオ撮影も同時に行った．航空機からの目視観察では，多くの場合ポリニヤでは新生氷ができつつあるように見られた．ブリザードの直後は水開きが小さく，好天が続いたときには水開きが大きいという傾向がみられた．9月と11月の観測では開水面から盛んに水蒸気が発せられるのが観測された．

長期にわたって昭和基地沖の流水の流動及び流氷域の気圧場を測定するのが目的で，TADを3基設置した．第1，2回目とも，投下直後より送信がとたえ失敗に終わった．原因は着地時のショックでブローブに何等かの不具合が生じたことによると思われる．3回目は1992年2月20日にしらせのヘリコプターによりホバリングしながらロープでつり降ろして，定着氷縁の氷板に設置した．

#### (f) しらせ搭載ヘリコプター支援による観測

パッダ島沖観測：1991年1月末と1992年1月中旬，パッダ島東方沖の海氷上において，流速計の回収と海洋観測，海氷のサンプリング等を目的に実施した．

ラングホブデ沖観測：1992年1月下旬，ラングホブデ沖の海氷上で，海氷サンプリング，海底付近までのCTD観測，雪尺・積雪深測定，無人気象ブイの点検を行った．

### (3) 衛星観測

MOS-1, NOAA 衛星の受信は, ACR (南極域における気候変動に関する総合研究) 計画の重点項目の一つで, 南極地域での広域にわたる水蒸気, 雲水量および海氷の分布特性とそ  
の変動, さらに広域における大気の状態を明らかにすることを目的とした. MOS-1 衛星  
受信はおおむね順調であったが, NOAA 衛星については, 主に受信系, 処理系のミニコンの  
ディスク障害により, 越冬当初より受信できなかった.

ERS-1 衛星は, ESA (欧州宇宙機関) により打ち上げられたリモートセンシング衛星であ  
る. この衛星には, 能動型マイクロ波観測装置 (AMI), マイクロ波高度計, 赤外・マイクロ  
波放射計が搭載されている. 昭和基地では, 10 月末から 11 月上旬の試験受信の後, 11 月  
中旬から SAR (合成開口レーダー) データを取得を開始した. 南極地域では, 昭和基地を含  
め 2 カ所しか ERS-1 衛星の受信が行われていないことなどからも, 国際的に果たす役割は  
大きい. 取得されたデータは, 高い分解能をもち雲の影響を受けにくいことなどの特徴から,  
サスツルギなどの細かい氷床の状態や定着氷および海氷縁の詳細な状況・変動をも明らかに  
することができるものと考えられる.

### (4) 広域気象観測

#### (a) みずほ基地無人気象観測

無人気象観測装置が 2 式 (ARGOS 方式と CMOS 方式のもの) 設置されている. それら  
の保守と回収を行った.

#### (b) あすか観測拠点ルート無人気象観測

あすか観測拠点 L ルートの 30 マイル地点, L0 および L85 に設置されている無人気象  
観測装置の保守と回収を行った.

#### (c) あすか観測拠点無人気象観測

あすか観測拠点一時閉鎖に伴って, 3 年間の無人気象観測を開始した.

#### (d) 前進キャンプ無人気象観測

設置されてあった無人気象観測装置は, 1992 年 1 月に, あすか陸路撤収旅行隊により,  
観測タワー・ケーブルを除くすべての装置が撤収された.

### (5) 雪氷観測

#### (a) クレバス探査レーダー実験

雪上車の安全運行用のクレバス探査レーダー開発のため, 基礎データを取得し, 今後のレ  
ーダー開発の指針を得ることを目的として実験を行った. 実験に用いたレーダー装置は, C  
バンド短パルスレーダー (周波数 4.3 GHz, 尖頭電力 20 dBm, パルス幅 1 ns) と呼ばれるも  
のである. アンテナには送・受信共用の直径 90 cm のパラボラアンテナを用い, クレバスか  
らの反射波は, デジタルオシロスコープにより A スコープ表示 (受信強度—時間表示) した  
ほかデータをパソコンに取り込んだ.

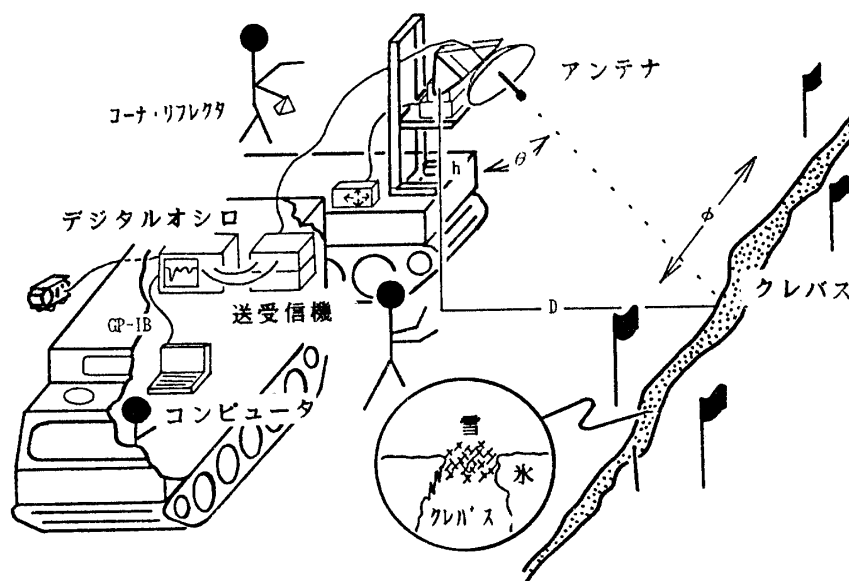


図 5 とつつき岬で実施したクレバス探査実験の概要  
 Fig. 5. Experiment of a radar for crevasse detection at Tottuki Point.

実験は、とつつき岬のクレバスで行った (図 5)。クレバスからの反射は当初考えていたものよりも小さかったが、クレバスからの有効な反射を検出することが出来た。

#### (b) 氷床浅層掘削

過去 2~300 年前にわたる気候・環境変動の基準となるコアを採取するため、9 月と 10 月に浅層コア掘削をみずほルート of H 15 風上 300 m の地点で実施した。H 15 地点では、年平均積雪量が 70 cm と多く、また標高は 1030 m で最近の気候条件では夏期の融解限界 (乾雪線) 以上の高度にあり、コアの年代決定は化学的層位法により可能な諸条件を備えている。

第 1 回目で 55.23 m 深まで、第 2 回目では第 1 回の掘削孔を掘り進み 120.44 m 深まで達した。得られたコアについては、昭和基地の冷凍庫内 ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) で保存するとともに、固体電気伝導度の測定、バルク密度の測定、氷層などの層位構造上の記載などを実施した。固体電気伝導度は、季節変化と思われる周期的な変化とともに、火山シグナルと思われるいくつかの強いピークを示した。また、21 m から 39 m 深では顕著な氷 (氷層、氷板) が見られ、現在より温暖な時期の存在を示唆している。

#### (c) 内陸旅行における雪氷調査

第 1 回みずほ旅行 (1 月)、第 2 回みずほ旅行 (4 月~5 月) では、気象観測、ルート雪尺の測定とともに、みずほ基地の 201 本雪尺の測定を行った。また、とつつき岬—S 16 間、向岩—S 16 間においても雪尺測定を適宜実施した。ドーム中継拠点旅行 (10 月~12 月) では、みずほ基地から内陸ドームに向かう 370 km の新ルート (MD ルート) を作り、 $74^{\circ}00'29''\text{S}$ ,  $42^{\circ}59'48''$ 、標高 3351 m (JMR による位置測定結果) 地点を中継拠点と定めた。S 16 から 625 km の地点である。この時実施した観測は以下のとおりである。

- ① 積雪サンプリング: 27 地点で採集.
- ② 環境放射線量計測用熱ルミネッセンス線量計設置: 7 地点に設置. 33 次夏旅行で回収.
- ③ 雪尺測定: ルート雪尺およびみずほ基地雪尺網の測定. MD ルートに 2 km ごとに新規設置.
- ④ 位置測定: MD ルートの全ステイクおよびみずほルートの一部のステイクで GPS 3 次元位置測定.

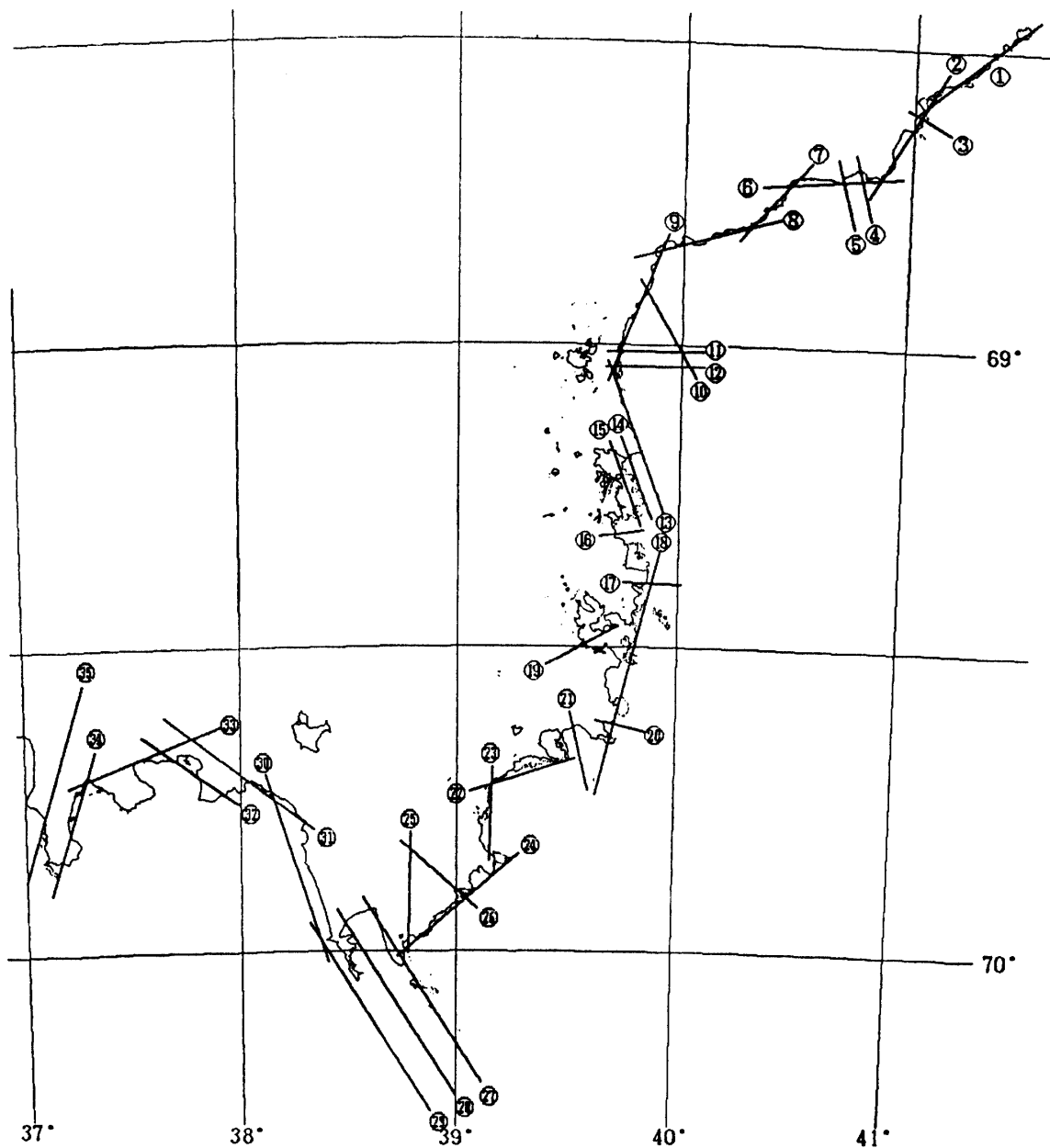


図 6 氷床氷縁の変動を監視するための航空写真撮影コース  
 Fig. 6. Aerophotography routes for monitoring the ice sheet margin.

#### (d) 氷床氷縁空撮

氷床氷縁位置の変動を長期監視するため、第 24 次観測隊に続き空撮を実施した。空撮地域は、プリンスオラフ海岸の明るい岬から、宗谷海岸、白瀬氷河、インホブデの茅氷河までである(図 6)。撮影は、明るい岬からラングホブデまでは広角レンズを、またラングホブデからインホブデ間の地域では、超広角レンズを装着したウィルド RC 10 を用い、高度 10000 フィートで実施した。

### 4.2.3. 生物・医学系

#### (1) 環境モニタリング

##### (a) 土壌細菌・藻類モニタリング

南極における土壌細菌などのセルロース分解活性を調査するためにペンチコートシートを 2 月から 4 月にかけて 5 カ所に埋設し、12 月から 1 月にこれらを回収するとともに、土壌細菌の採取を行った。

土壌藻類採取は、採取定点のほか、オングルカルペンのペンギンルッカリでを行った。

##### (b) 大型動物センサス

毎年継続されている課題で、9 月より 1 月までの間にアデリーペンギン、コウテイペンギン、アザラシのセンサスを実践ならびに航空機使用による視認、空撮によって実施した。

アデリーペンギンセンサス：ルンパ以南のルッカリの集中調査を中心に調査した。特に袋浦のルッカリでは前年度とのペアの移り変わりに焦点を合わせて観察した。

コウテイペンギンセンサス：9 月 30 日に梅干岩のルッカリを航空機により写真撮影を行った。

アザラシセンサス：11 月中旬、航空機からの目視により観察区域を 3 分割して成獣、仔の数を確認した。

##### (c) SSSI 地区・雪鳥沢の生物監視

雪鳥沢の上流、中流、下流のコケ群落内の永久クォードラット 3 カ所に、微気象観測データロガーを設置し 1 年間の記録を得た。また、永久クォードラット内の植物群落の観察並びに写真撮影を実施した。

#### (2) 医 学

##### (a) ハムスターを用いての生体系リズムの変化

ハムスターを用いて心電図や体重の変化を観察し、極地方の環境が生体リズムなどに及ぼす影響を観察した。ハムスターの体内に小型センサーを埋め込み、心電図のデータと体温を継続的測定した。この他、回転輪の回転数、気温、湿度、大気圧も 5 分ごとに記録した。室内の温度や湿度など基本的条件は中緯度地域とほぼ同じに設定し、明暗条件のみ昭和基地と同様に变化させた。

日照時間の減少とともにハムスターの行動時間帯も前のほうに移行し、日照時間が無くな



るとともに行動の出現は散発的になってきた。このような長期的な行動の変化とともに、ブリザード時などに気圧が急激に変化すると、ハムスターの行動は非常に不安定になり、かみ殺し合いなどの闘争が頻度に認められた。また、回転輪の回転数も平常時の倍以上になった。このことは当然心搏数並びに体温の上昇という生理学的変化としても観察されている。しかしながら、このような急激な大気圧の変化がなぜ、またはどのようにして影響を与えているか、その機構は今後の解析を待たなければならない。

#### (b) ハムスターの巣作り行動と繁殖

南極でハムスターが巣作りならびに繁殖行動ができるかどうかを調査するため、前述の実験で使用した 4 匹を除く他のハムスターを使用して観察した。繁殖行動観察に使用したハムスターは複数でケージに入れていたため、気圧の変化に伴い喧嘩が頻発し、実験終了間際にはほとんどの動物がかみ傷だらけの有様であったし、実際に 3 匹は喧嘩のさいの咬傷が原因で死亡した。飼育期間中を通じて延べ 18 匹が妊娠出産したが、いずれも出産直後に親に食べられた。今後の分析により、昭和基地における最適な実験動物飼育条件について考察する。

#### (c) 南極における心理テストの実施

今後の宇宙空間での人間活動の長期化を考える時、宇宙飛行士の心理状態を心理学あるいは精神衛生学の側面から検討することが重要になってくる。南極基地を宇宙基地と同様に一つの閉鎖環境ととらえ、両者間における人間関係の要素についての研究を押し進めていこうとする試みが、**SCAR Group on Antarctic Space Related Human Factors Research** で計画された。そして、1991 年から 3 年間、南極で生活する隊員の心理状態や集団の動向を特徴づけようとする試みが、5 カ国の基地とカナダで始った。

結果の分析は、あすか観測拠点実施分と併せて帰国後行う予定であり、コントロール群としてテストされた大学生ならびに各国のデータと比較検討される。

## 5. 設営経過概要

### 5.1. 機 械

年間を通じての主な作業は、発電棟システムをはじめとする基地諸設備の維持管理・各種車両整備・内陸旅行、海氷旅行等に参加しての車両の維持管理・観測部門の支援作業などであった。諸設備の維持管理については、造水系統の大幅な改修工事により安定した造水が得られたほか、外灯設備の更新によりブリザード時等の建物間の移動により一層の安全が確保できた。

また、前次隊で冬期に発電機の 2 機運転を行っていたが、越冬当初からの節電の呼びかけ、電気設備面での節電対策工事により年間を通じ単機運転で運用できた。車両については、新たに雪上けん引トラクター（ブルドーザー）を搬入し、ドーム中継拠点までの燃料輸送に使用して耐寒性能・けん引性能等の試験を実施した。また、初めて導入されたパワーショベル

は、除雪作業等にその有効性をいかに発揮した。

## 5.2. 通 信

第 32 次越冬隊での設備工事は、400 MHz 帯の送受信機の設置およびアンテナ工事であった。施設面では、越冬交代前に起きたログベリアンテナの倒壊事故、および送信ロンビックアンテナの東西切り替え器の故障、短波送信機の老朽化によるたびかさなる故障があったが運用上支障はなかった。

ドーム中継拠点旅行、沿岸旅行等旅行隊との交信は良好にできた。また 400 MHz UHF による交信は、中継器を S16 に設置することにより広範囲で可能となった。また、銚子無線、あすか観測拠点、モーソン基地とは、年間を通して良好な交信をすることができた。またマラジョージナヤ基地とは 1 週間程度航空機運航の関係で交信した。

国立極地研究所とのインマル回線を利用した SSTV はあまり芳しくなかった。南極本部との短波電話回線による定例交信は、途中からインマルサット利用の電話交信に代わった。

## 5.3. 調 理

日本で購入した食糧は、し好品を除き、品質・数量共に 1 年を通じ十分満足のいくものであった。オーストラリアで購入した生鮮野菜類のうち数点は、基地搬入時ですでに腐食していたが、ほかの品物についてはほぼ例年どおり使用できた。食糧保管場所は、多少のトラブルがあったが、保管食料品への影響はなかった。しかし、第 9 次発電棟内の食糧庫については、越冬開始当初そして冬開け後の夏期間は雨漏りがひどく食糧の管理に注意が必要であった。今次隊で導入した「逆さ野菜栽培装置」による栽培が順調で、新鮮な野菜を越冬終了まで食することができた。

## 5.4. 医 療

越冬を通じて重篤な疾病・外傷はなかった。夏作業中に大きな事故のなかったことが幸いであった。4 月、8 月に健康診断を実施したが、全員とくに大きな異常は認めなかった。野外活動の目的に応じ、日帰りセット・一泊セット・長期野外救急セットを作製した。特にドーム中継拠点旅行に際しては雪上車に酸素ボンベ・携行レスピレーター・レギュレーターなどを設置した。また、外出禁止令に備え、母屋以外の各棟に数日分の救急薬を配布した。医務室・手術室の改修工事も行った。

## 5.5. 航 空

ピラタス 1 号機とセスナとの 2 機運航体制であったが、3 月末に駐機場の除雪の際、ミニブルドーザーでピラタスの左主翼にダメージを与え、以降セスナ 1 機体制となり、あすか観測拠点への移動とセールロンダーネ、ベルジカでの空中写真撮影は中止となった。航空機観測は、空中写真撮影、エアロゾル・エアースAMPLING、AXBT 観測、漂流ブイ設置、大型動物センサスなど多岐にわたり、総計 164 時間 05 分の飛行を実施した。海氷上の滑走路は、

2 月前半を除く 1 年間使用できた。また、迷子沢陸上滑走路候補地の整備も実施した。

### 5.6. 建築・土木

昭和基地の建物は老朽化が進んでおり、年間を通じて補修に努めた。越冬中に行った主な作業は、第 9 発電棟改修工事、娯楽棟改修工事、通信棟廊下壁補修、第 1 倉庫デポ棚整理、9 発・松の廊下・食堂前廊下をはじめとする各所の雨漏り修理、ドリフト防止柵設置、陸上滑走路整備などである。

### 5.7. 廃棄物処理

廃棄物のうち生ゴミ、木材など可燃物は焼却し、車両など大型物品は 1 カ所にまとめて蓄積した。このほかの物は、国内持ち帰りとしたが、焼却後生じた灰、プラスチック類、空ドラム缶、空缶、空瓶、廃材、電材、廃油、廃液、バッテリー、乾電池、蛍光管、PCB、医療廃棄物など多岐にわたってきた。

## 6. 野外観測活動

### 6.1. 概 要

1 週間以上の長期にわたる野外行動は、ドーム中継拠点旅行隊 (10 月～12 月) を初めとして、気水圏系による秋、冬明け、春に実施したリュツォ・ホルム湾沖での海水・海洋観測、夏期および秋期みずほ旅行、H 15 地点での浅層コア掘削、リュツォ・ホルム湾沿岸域アデリーペンギンルッカリ調査と多岐にわたっている。これらの長期の野外行動のほかに多くの短期の野外行動も計画実施し、最終的には 176 回の野外行動を数えるに至った。

非常に多岐にわたって計画された野外行動を支障なく行うために越冬当初に委員会を設け「野外行動、安全・レスキュー指針」を定め、これに従ってレスキュー隊を組織した。レスキュー隊の訓練も 2 回実施し万全を期したが、幸いにレスキュー隊が出動するような事態はなかった。ルート工作も 3 月より順次実施し、とつつき岬、ラングホブデ、ホブデ湾のルートを確認するとともに、向岩から S16 に至る安全なルートを約 20 年ぶりに復活した (図 7)。

これら多数の野外行動が、全て支障なく行われたことは、一つには天候が比較的安定していたことや海水の安定が挙げられる。しかしながら、とつつき岬～S16 のルート上でクレバスが発見され、ルート変更を余儀なくされたという事態や観測カブースの火災ということもあり、南極での行動が危険と紙一重の所で行われていることを教訓として学んだ。

### 6.2. リュツォ・ホルム湾の海水状況

リュツォ・ホルム湾の海水状況は、1 年を通じて最近その例を見ぬほど安定していた。海水・海洋調査や大型動物調査などを実施したリュツォ・ホルム湾東部は、第 29 次観測隊の冬以降存在する海水で、向岩からラングホブデ周辺域のごく大陸側を除けば、越冬期間を通じてクラックひとつ存在しなかった。

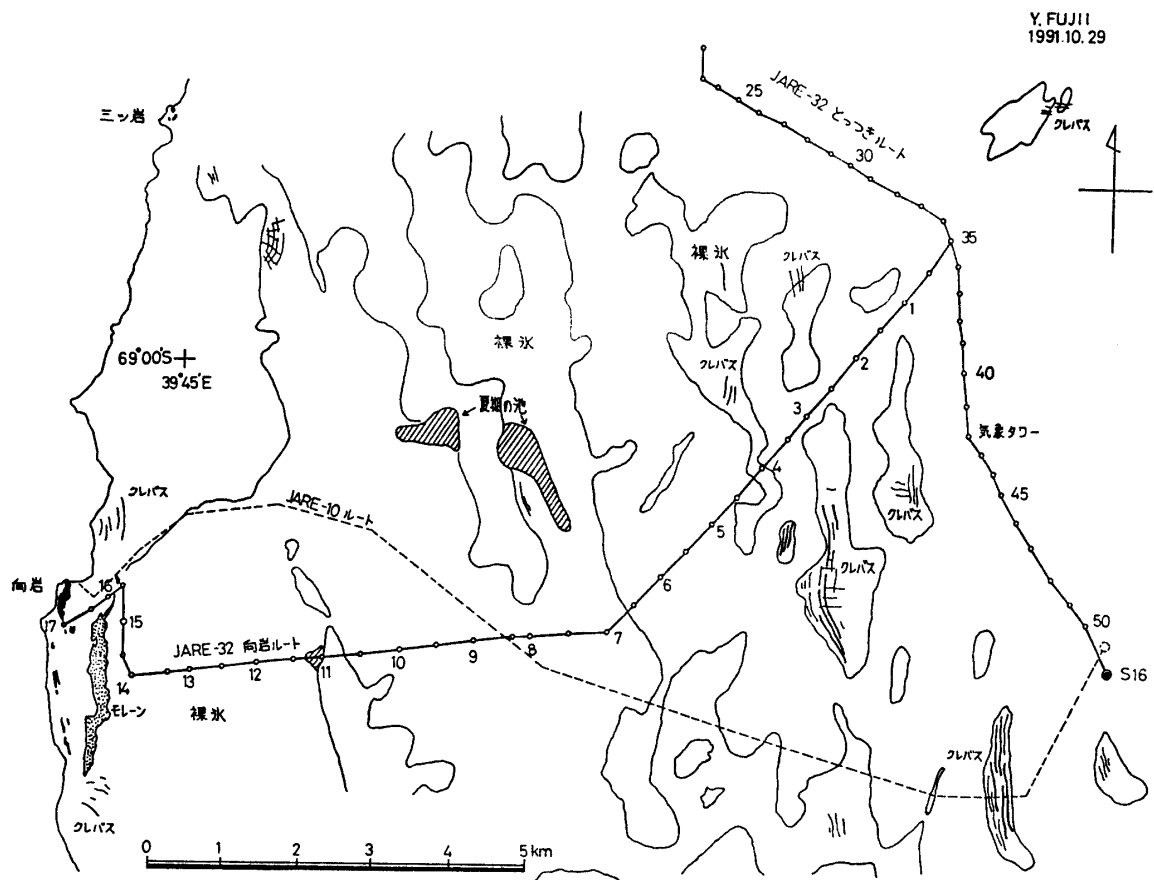


図 7 向岩—S16 ルートの概略図  
Fig. 7. Map of a new route from Mukai Rocks to S16.

図 8 に 2 カ月ごとの定着氷縁位置の変化を示す。昭和基地北方の定着氷縁位置は、4 月上旬から中旬にかけて急激に後退し、基地から約 33 km となった。オメガ岬の東並びに北側では、開水域が広がっていた。衛星画像による 6 月の氷縁位置は、海水が安定していた 1986, 89, 90 年に近く、リュツォ・ホルム湾内に大きく開水面が広がった 1987, 88 年とは異なる。また、39°E 付近の V 字状の氷縁は、海水が安定していた上記 3 年にも認められたが、1986, 90 年のようにここからリュツォ・ホルム湾中央部に延びるリードまたは顕著なクラックは観察されなかった。さらに、オングル島からスカーレンにかけての大陸沿岸部に、水面あるいは、それに近い薄い海氷は見られなかった。

定着氷縁は、6 月中旬にはほぼ 2 月初旬の位置にまで北上した。定着氷のうち拡大した 1 年氷（幅 45～55 km）は、ほぼその中央で氷状が変わっており、南側は平坦であったが、北側は凹凸があった。凹凸の定着氷域は、流水が風で吹き寄せられ固結した所と思われる。定着氷縁位置は、7 月末から 9 月初旬にかけて最大規模となった。昭和基地北方 80～85 km の距離であった。

その後、1 月末まで昭和基地北方の氷縁位置は、約 70 km まで後退した。12 月中旬以降、

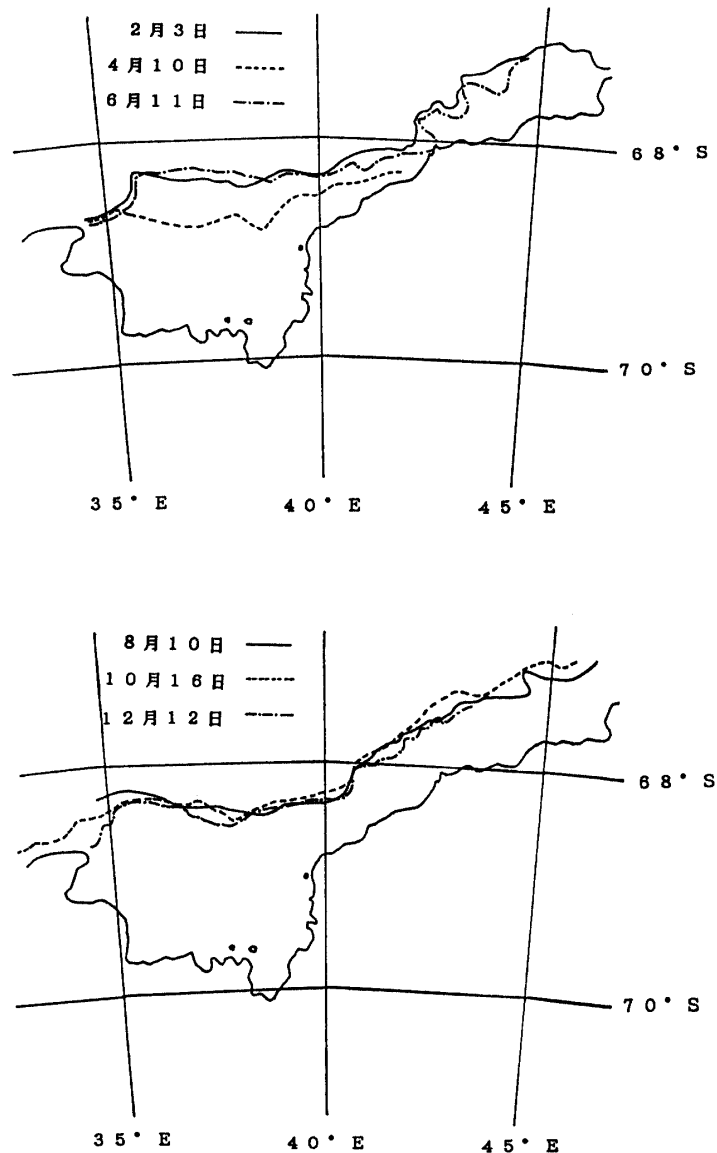


図 8 リュツォ・ホルム湾—プリンスオラフ海岸沖の定着氷縁位置の季節変化  
 Fig. 8. Annual variation of fast ice extent off Lützow-Holm Bay and Prince Olav Coast.

オングル島周辺にはパドルが発達したが、底無しにパドルには至らなかった。また、大陸縁辺部にも水開きは見られなかった。

### 6.3. 主な沿岸調査旅行

#### 6.3.1. リュツォ・ホルム湾海氷・海洋観測旅行

リュツォ・ホルム湾を横断する 2 本の側線、ラングホブデ沖 45 km および弁天島沖 30 km での海氷・海洋観測を目的に、4 月 18 日～30 日、8 月 19 日～31 日、10 月 19 日～11 月 2 日の 3 回実施された。気水圏系が、第 31 次越冬隊から継続して実施した観測である。

### 6.3.2. ラングホブデ沿岸域環境モニタリング

ラングホブデ周辺のアデリーペンギンルッカリーの調査ならびに SSSI 地区の調査を目的に、生物・医学系が雪鳥沢小屋を拠点に 11 月 6 日～14 日にかけて実施した。各ルッカリーにおける成鳥数・ペア数・フリッパースバンド装着の有無ならびに番号確認、袋浦のルッカリーでは第 31 次越冬隊調査のペアと今回のペアの推移について調査、および SSSI 地区雪鳥沢の積雪状態と蘚苔類の成育状況を調査した。

## 6.4. 主な内陸調査旅行

### 6.4.1. 夏期・秋期みずほ旅行

みずほ基地とルートを引き継ぎおよびドーム計画の準備としての物資の輸送を目的に、1 月下旬に旅行を実施した。当初、S16 でブルドーザーを組み立てた後、みずほ基地までのけん引テストを予定していたが、ブリザードによる組み立て作業の遅れなどのため、あらたに秋期のみずほ旅行を計画した。

秋期みずほ旅行は、ブルドーザーのけん引試験を主目的に、物資輸送、無人観測装置点検、みずほルート整備、雪尺測定、エアロゾルサンプリングなどを実施した。

### 6.4.2. 氷床浅層コア掘削

氷床浅層コアの採取を目的に、9 月 4 日～13 日、10 月 2 日～10 日の 2 回にわたりみずほルートの H15 で掘削を実施し、120 m 深までの連続したコアを採取した。また、1 m ピットワークも実施した。掘削小屋は、作業用の足場を 2 段組にして四方を囲み、足場板を屋根にし、オーニングシートをかぶせたものである。

### 6.4.3. ドーム中継拠点旅行

第 33 次観測隊以降本格的に始まるドーム計画の一環として、ドーム頂部までの中間地点までのルート工作および燃料輸送、ブルドーザーのけん引走行試験並びに各種観測を主な目的とした。

旅行は、前期・後期の 2 隊に分けて 10 月 13 日から 12 月 9 日まで約 2 カ月実施した。両隊は、みずほ基地で交代した（図 9）。前期旅行では、みずほ基地以南で GPS 衛星航法により新規にルート工作を行ったため、非常に精度の良い直線のルートを作ることができた。ドーム中継拠点の位置は、74°00'29"S, 42°59'48"E, 標高 3351 m で S16 から 626 km, みずほ基地から 370 km である（図 10）。

前期旅行隊はブルドーザーを使用し、輸送に威力を発揮した。ブルドーザーの速度は遅かったが、本隊もルート工作や観測などで時間がかかったので、全体の進行には支障とならなかった。後期旅行隊は車両トラブルは有ったものの気温も上がり、前期隊の往復によるトレースでルートの状態が良く、極めて順調な旅行をすることができた。最終的な中継拠点への物資デポ状況は、燃料ドラム 271 本、小屋資材一式の計 56.7 t である。

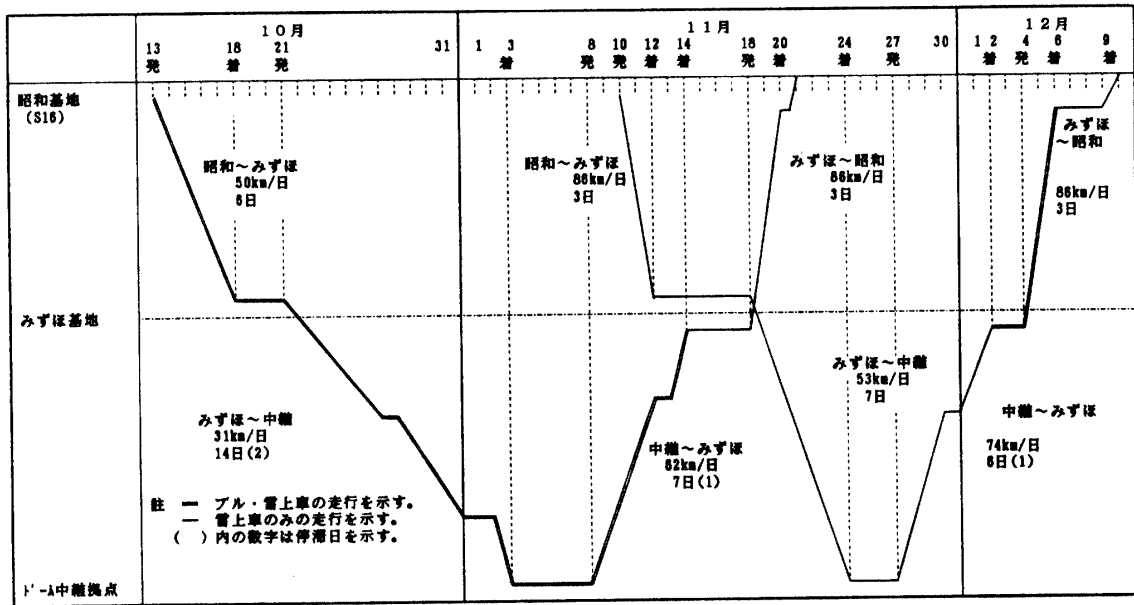


図 9 ドーム中継拠点旅行の全行程図

Fig. 9. Record of inland traverse between Syowa Station and relay station for Dome F project.

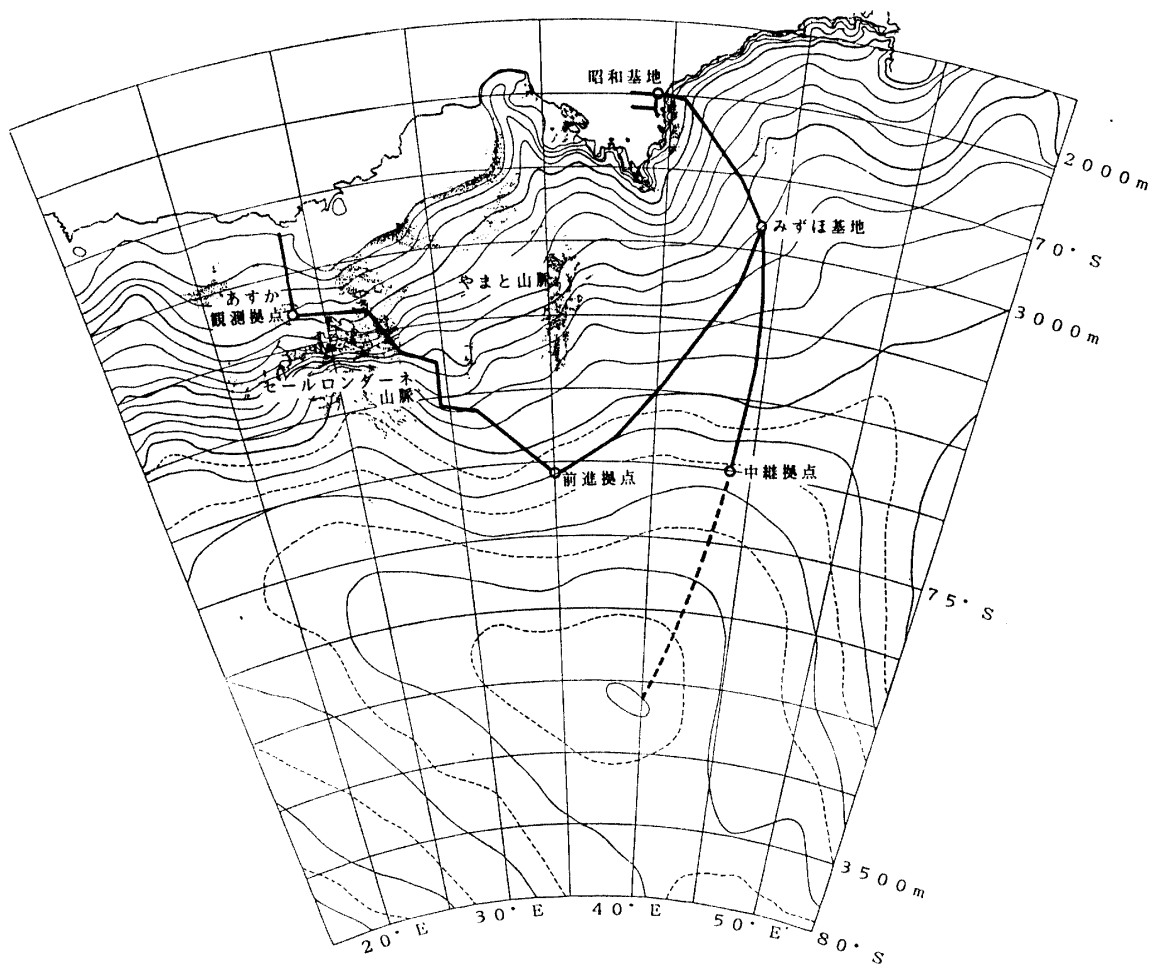


図 10 第 32 次越冬隊で実施した内陸旅行ルート図

Fig. 10. Traverse routes of JARE-32.

このほか、みずほ基地の施設および無人気象観測装置点検、雪のサンプリング、雪尺測定、エアロゾルサンプリング、サスツルギ方向測定、環境放射線量モニタリング線量計設置、気象観測、エンジンオイルのメーカー別性能比較調査、エンジンオイル、デファレンシャルギヤオイルのメーカー比較用サンプリングを実施した。

## 7. おわりに

昭和基地における越冬では、限られた人数で多くの計画を効率よく実施し実り多き結果を得、全員無事に帰国することができた。この間多くの方々にご支援をいただいた。

隊の編成にあたっては、関係機関、企業には一方ならぬご協力をいただいた。また、越冬中にも多くの方々から変わらぬご指導をいただいた。現地では、斉藤艦長以下「しらせ」の方々、國分征観測隊長以下第 32 次夏隊、第 31 次内藤靖彦越冬隊長以下越冬隊、第 33 次福地光男観測隊長以下観測隊から、惜しみないご支援をいただいた。ここに、厚くお礼申し上げます。

最後に、基地の運営、観測に常に活動的で明るく従事した第 32 次越冬隊の諸兄と、彼らを支えた家族の皆様に、深甚なる謝意を表します。

(1992 年 7 月 31 日受付; 1992 年 9 月 24 日改訂稿受理)